

# 以都市計劃的觀點看氣候變遷影響下的城市防災策略—以荷蘭鹿特丹的城市發展經驗為例

鍾振坤<sup>1</sup> | 荷蘭台夫特理工大學都市計畫系博士候選人

投稿日期 100 年 6 月 30 日

## 摘要

長期以來台灣執政當局治理水的觀念仍偏重水壩、堤防、疏濬的方式，這種大量固化水岸的方式限制了水體的自然成長，也降低了河流面對自然變動的容受度，這種人定勝天的水治理方式，近年來已逐漸被許多國家修正，以治水技術聞名世界的荷蘭，在 1993、95 河岸高水位的「近水患 (near flooding)」，已經不單只靠水利工程來解決未來氣候變遷所可能遭遇的問題，而是著重城市規劃該如何適應自然，與水共存「working together with water」成為新的指導方針，其中“還地於河(room for the river)”的計畫更是成為目前全世界治水的新典範，本文將以鹿特丹的城市發展經驗為例，從歷史、理論方法及實際規劃三個方面著手，探究荷蘭結合都市計劃為基礎的城市防災策略。

**關鍵詞：**與水共存、還地於河、圖層分析理論、高屏溪、河口三角洲

<sup>1</sup> 畢業於台大城鄉所，研究所讀四年有三年的時間在反濱南工業區，之後擔任綠色旅行文教基金會執行長推動環境鄉土教育。有感於台灣對環境相關論述之缺乏，2008 年至荷蘭台夫特理工大學專攻水相關議題之研究，現於 Urbanism 下之 U-lab 的三角洲變遷研究小組博士候選人。

## The strategy of preventing from flood under the effect of climate change on the perspective of urbanism – Rotterdam in the Netherlands as an example

Chung Chen Kun | PhD, Candidate, Department of Urbanism, Technology University of Delft.

### Abstract

The hydraulic engineering, constructing reservoirs, dikes and digging silt, was the main technique to Taiwan government for water management. This way canalized the natural river and limited the natural development of river which decreased the natural capability of river to fit to the environmental change. The trend of water management emphasizing the prevailing hydraulic engineering has been gradually modified in many countries. After twice near flooding in 1993, 95, the Netherlands, which was famous for its hydraulic technique, does not believe that the problems resulting from climate change can be resolved just by means of hydraulic skills. How does urban planning adapt to environment becomes a new challenge. “Working together with water” began to be a new approach. Following this approach, “Room for the river” became a new paradigm in the world. This assay mainly based on the experience of Rotterdam in the Netherlands and focused on historical background, theory methodology and practical projects to explore the strategy of preventing from flood which will be helpful to Taiwan in the future.

Keywords: working together with water, room for the river, Layer approach, Kao Ping River, Delta

## 壹、與水對抗的歷史宿命

萊茵河(Rhine)流經歐洲五個國家在荷蘭鹿特丹附近結合馬士河(Maas)及須耳德河(Schelde)流入北海，這三條河流在河口沖積而成的廣大三角洲組構出荷蘭大部分的領土，也因此萊茵河三角洲的地質與地形結構深深的影響了荷蘭城市型態與結構的發展。Bradshaw and Weaver 曾依水文系統作用力的強弱把世界河口三角洲分為三大類：河流(fluval dominated)、波浪(wave dominated) 以及潮汐(tide Dominated)三角洲 (Hori and Saito 2007; Bird 2008; Bradshaw and Weaver 1995)。基本上萊茵河三角洲屬於潮汐三角洲，亦即河流堆積在河口的沉積土壤會隨著潮汐的作用與方向均勻的散佈在河口區域而形成帶狀的沙丘，而沙丘的形成又常常阻塞原有的河口，讓河流的路徑改變頻繁，也因此在三角洲地區形成樹枝狀的分流，這種頻繁的河道改道、氾濫以及堆積的沙丘逐漸圍繞河口附近的海域成為沼澤，又隨著河流沖積作用的累積逐漸從沼澤演變為平原三角洲，在這樣的過程中，富含生物的沼澤區被河流的沉積物覆蓋、擠壓而成為鬆軟、濕潤的泥炭層(peat)，也形塑出萊茵河三角洲特殊的地質與地形結構。事實上，就開發的觀點而論，泥炭層稱不上是一個穩定的土壤結構，它鬆軟且富含水分的特質，使的任何在泥炭層上的開發行為，都必須克服兩個最重要的問題，一個是不斷從泥炭層所滲出的水分；另一個是隨著水份不斷滲出所導致的地層下陷。在這樣的影響之下，荷蘭大部分的國土都位在海平面之下，要不是強烈的潮汐作用挾帶河口的沉積土壤，沿著河口平原的海岸線形成一道帶狀的沙丘阻隔海水的入侵，大部分的萊茵河三角洲是被海水淹沒的不可居住的區域。荷蘭人居住在此一特殊的地質與地形之上，也因此注定了與水對抗的歷史宿命。

### 一、泥炭層的開發模式

"排水" 是在泥炭層上進行開發行為首要面臨的挑戰，傳統上荷蘭人會在想要開墾的土地上挖掘筆直的排水渠道(peat creek)，這種渠道系統通常筆直而規律的將土地切割成細長的地塊，以利排出泥炭層的水分，各個墾戶間的土地通常也會以較大的渠道區隔，藉以收集各自墾戶土地所排出的水分，並引導至最近的河流系統，通常在同一個濕地(polder)系統內的墾戶會組織成一個水管理委員會(water board)，以統籌整個區塊內的防洪及排水問題。而隨著泥炭層的水份被不

斷的排出，地層下陷成為隨之而來的嚴肅課題，地層下陷的問題除了讓整個墾地的高程普遍低於河床，增加水患的危機，另一個迫切的問題是：如何將泥炭層



圖1 開墾泥炭層所需的排水渠道，其中最長的單元達1250公尺  
(G. P. van de Ven 2004 p. 55)

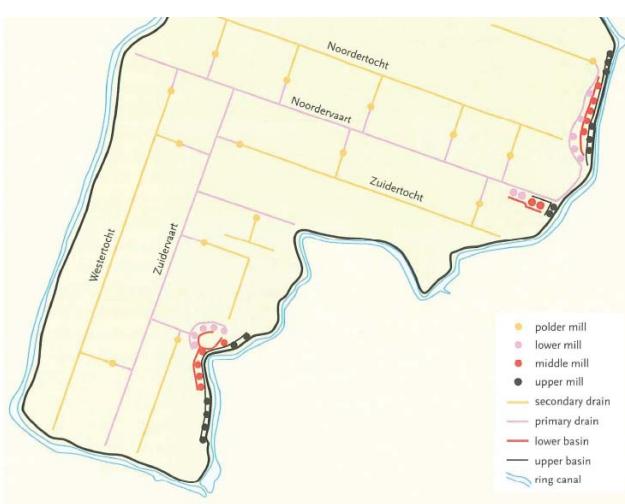


圖2 荷蘭傳統的風車排水系統(G. P. van de Ven 2004 p151)

持續排出的水份從低水平的墾地排至高水平的河道？築堤與風車成為水管理委員會最重要的工作，前者是防範海平面較高的河流倒流至墾地，後者則是協助排水的利器。普通一座風車所能提高的水高程約2.5公尺左右，但很多區域低於海平面甚至超過5公尺，也因此必須使用兩階段的排水方式，亦即在介於河床及墾地的高程之間，另規劃一處蓄水的湖泊，蓄積第一階段風車所排出的水，再藉由位於更高程地風車接續排出積水(van de Ven 2004)。荷蘭的歷史上，堤防與風車系統是荷蘭人在這片奇特的萊茵河三角洲土壤上生存最重要的工具，它決定了荷蘭獨特的地景結構，也深深影響了城鎮空間的發展。

## 二、低墾地的城鎮發展模式

早期荷蘭的城市發展主要仍集中在馬仕河及萊茵河沿岸的高地以防止水患，如：馬斯垂克(Maastricht)和奈梅亨(Nijmegen)。而隨著築堤與排水技術的發展，則提供了更多的土地及可能性供城鎮的發展，典型荷蘭低地城鎮發展的模式也主要奠基在對這兩項技術的控制與掌握之上。基本上，地區的水管理會(主要成員為地主及農民)認為任何在堤防上的建築行為都會危害堤防的強度與維護；但另一方面，因為城鎮的發展而出現的都市市民組織，卻喜歡講自己的住宅蓋在地勢較高的堤防之上，因此，如果地區水管理會的勢力大過市民組織，就會發展出一種”前置街道式的聚落(front-street-towns)”：城鎮完全在堤防之內發展，主要的街道(通常伴隨著排水渠道)則垂直堤防配置；反之，則發展成另一種沿著堤防發展的城鎮模式(van de Ven 2004; Meyer 2009)。

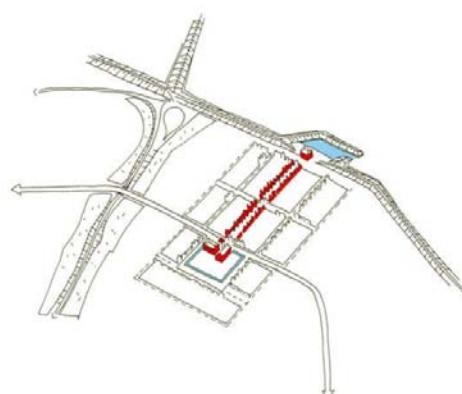


圖3 前置街道式的聚落(Meyer 2009)



圖 4 Dordrecht 的接到完全沿著堤防發展(Meyer 2009)

除了對堤防的爭議之外，排水系統由於涉及到水平面的控制，也常在市區及郊區勢力之間引起衝突。在整個排水系統中控制水平面最關鍵的原件是水閘門(dam)，它不但是整個系統中防範水患的關鍵，透過水閘的控制也可清除城鎮渠道系統中的淤泥，也因此市民和漁民就希望常開啓水門保持水道的清潔與暢通，但閘門的開啓也常導致部分農田的淹沒或無法排水，這也常常造成市民、漁民和農民的衝突，為了保護水閘門不會因為衝突被人為破壞，地方的市政廳或警察局也常因此就直接蓋在水閘之上(de Vries & van de Woude 1997; Meyer 2009)。

### 三、水利技術及觀念的發展

隨著水利技術的發展，荷蘭整個都市系統發展的模式也逐漸改變，從原本河流沿岸的高地，轉移至海岸與河口三角洲這些原本不利於居住卻極具經濟潛力的區域。從十四世紀開始，萊茵河口就因為便利的航運開始以杜特列之(Dordrecht)吉安特衛普(Antwerp)為中心發展城市群；接著在十六世紀末期的與西班牙的戰爭之後，圍繞著南海(Zuider Zee, 今艾塞湖 IJsselmeer)的城市群也開始快速發展；最後，沿著海岸的區域因為有天然砂丘的屏障，也開始吸引人口的進駐出現了城市。馬仕河河岸、萊茵河三角洲、南海和北海海岸分別發展出四個荷蘭主要的城市系統(Meyer 2009)，而在這四個主要城市系統之間所環繞的是一片廣大農業區與小型的城鎮。這樣的城市結構也造就了荷蘭成為十七世紀全世界都市化程度最高的區域：超過 60%的人口是居住在人口規模大於五千人的城市(van de Woude 1997)。

工業革命之後，荷蘭築堤排水的技術藉著工業機具的輔助而突飛猛進，發展的規模也日益龐大，使的原本屬於地區水管理會的權責逐漸轉移到中央政府，南海的築堤計畫與萊茵河口三島串聯的工程，是當時兩個最受矚目的計畫，築堤之後的南海成為現今的艾塞湖(IJsselmeer)，除了提供周邊城市的飲用水需求，也創造了 1650 平方公里的農地(van der Wal 1998)，堪稱是二十世紀初農業發展的典範。也因為這樣的發展，促使荷蘭的政治、經濟發展更偏重在烏特列之(Utrecht)以西的沿海地帶，形成了荷蘭著名的環形城市系統(Randstad)，這個區域也是目前荷蘭政治與經濟的中心。

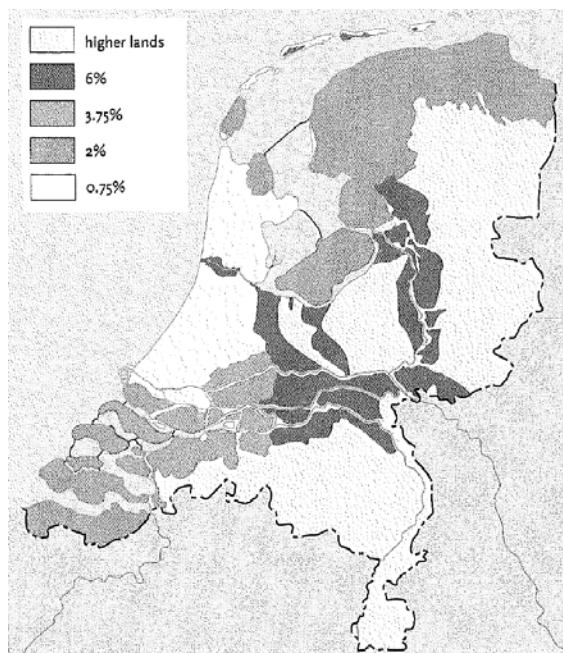


圖 5 荷蘭整體的國土防洪計畫，以每人平均餘命 75 年計算，一萬年的防洪頻率換算為每人遇到水災的機率為 0.75% (van de Van 2004)

萊茵河口三島串連的工程則因為環保與漁民的抗爭延宕至 1953 年，該年荷蘭發生了歷史上最嚴重的水患，北海大潮結合因融雪而暴漲的河水摧毀了南荷蘭區域的堤防，造成將近兩千人的喪生，也因此荷蘭政府決定進行包含三島串連在內的”三角洲計畫(Delta Work)”。除了封閉萊茵及須耳德河口以及修復補強原有的堤防系統和海岸沙丘，這個最後價值 45 億歐元的計畫也擬定了整個荷蘭水

災防禦的空間規劃，尤其是對於位於政治、經濟中心的環形城市區域，荷蘭訂定了一萬年的防洪頻率標準，來保護這個荷蘭這個極端重要也極端脆弱的區域：超過這個標準的水災將會造成 450 萬人口的生命威脅以及 3000 億歐元的財產損失(Meyer 2009)。

荷蘭築堤排水、與水對抗的思維模式，一直到二十世紀末有了重大的改變，1993 年荷蘭 Limburg 的 Maas 河谷又發生嚴重水患，這次的大水震驚了這個以「與水爭地」聞名於世的國家，超過 180 平方公里的土地（大於高雄市）積水 1.5 公尺，共 8000 多居民強迫疏散，財物損失超過一億歐元，荷蘭立即成立了皇家委員會調查這次的水患，隔年一月報告出爐，委員會提出水利專業的建議：疏浚河床，設立滯洪區和加蓋堤防，委員會確信藉由他們的方案，Maas 河谷可以確保 250 年的洪水頻率(van de Ven 2004)。

隔兩年的一月，老天爺給荷蘭人一次更大的教訓，同樣在 Limburg 發生更嚴重的水患，嚴重程度更甚於前年，24 萬居民被疏散。水患之後，荷蘭政府立即的反應是再加高加長堤防，並加速疏濬，但卡在經費與技術的問題，這些計畫並不如預期的順利(van de Ven 2004)，而更令人疑惑的是，隨著氣候變遷的加劇，到底多少年的洪水頻率才算安全？這讓荷蘭人開始思考他們是不是對自然不夠了解，如果單靠水利技術無法解決這些問題，那替代方案是什麼？最重要的是，這也似乎意味著，長期以來以「對抗」水災為思維主軸的「三角洲計畫(Delta work)」應該有所改變，「還地於河(room for the river)」、「與水共存(working together with water)」的觀念就在這樣的脈絡下展開，這個觀念不只改變了荷蘭也改變了全世界的治水方式，統合在這樣的觀念之下，荷蘭人重新反思所有的水利計畫。

## 貳、與水共存的理論分析架構

如何落實與水共存的概念，對實際的規劃行動是一大挑戰，它主要包含了兩個非常棘手的問題：其一，不同學門間的整合，了解水文系統的特性是與水共存的基礎，在這樣的基礎之上進行基礎設施與都市計劃才有意義，亦即，在這樣的過程中至少必須整合水利、土木、都市計劃與景觀設計四個學門的知識；並且，該如何探究自然環境與人為設施間複雜的互動影響網絡？這兩個問題共同指向了

另一個核心的問題：如何建立一套可操作的理論分析架構，一方面整合不同學門間的知識；另一方面也可做為不同學門間彼此溝通合作之平台。在這樣的脈絡之下，荷蘭台夫特大學(TUDelft, Technology University of Delft)的教授 De Hoog 和 Sijmons 開始嘗試建立一種以圖層分析 (Layer Approach) 為基礎的理論分析架構(De Hoog et al. 1998, Sijmons et al. 1999)，並開始廣泛的為荷蘭的學界與實務界採用。在這樣的架構之下，人與自然的關係被重新整合至三個不同的圖層：地質層 (Substratum)、基礎設施網絡層 (Infrastructure Networks) 和聚落層 (Occupation)。事實上，早在一百多年前地理學的著作就可以發現圖層分析的線索，近年來由於地理資訊系統(GIS, Geography Information System)的普及，使得圖層分析成為空間規劃的主要工具之一，在荷蘭，由於氣候變遷所導致日益加劇的自然環境壓力，圖層分析更進一步的發展成理論概念，成為荷蘭空間計畫的主要準則之一。

### 一、層(Layer)的概念

層(Layer)是一個在很多學科都被普遍運用概念，主要代表著地圖或圖表的分類，因此，面對不同的主題它也常常指涉不同的概念，諸如：群(group)、範疇(category)、分佈(distribution)或是分類(classification)。換言之，它代表著一個可以協助將複雜的現實現象分類並將之圖面化的工具，類似這樣的概念可以回溯到十九世紀德國地理學者 Ferdinand von Richthofen (1833-1905) 的研究，他依其動態的關聯性區分、設定三個主要的領域(domain)：土地表層(land surface)的無生物環境(abiotic milieu)、動植物群相(flora and fauna) 和人類社會(human society) 以描述一個給定的地區中諸多不同的現象特徵，並引介了地方志與地圖學兩個不同層次的分析方法，地圖學是要表現出這些不同的現象，地方志則可以進一步解釋這些諸多不同現象中彼此的互動關聯性(VU GeoMet 1996)。同一時期法國學者 Jean Brunhes(1869-1930) 在研究人造地景時也運用類似的分層觀念，將人造地景區分成三個主要的群組(group)：非農業結構物(nonagricultural human constructions, e.g. houses, roads, and villages), 農業模式 (agricultural patterns including plants and animals) 和 資源開發或非農業的土地使用(resource exploitation or nonagricultural land use, e.g. mining, timbering, hunting, etc.)，用自然

地理學的基礎架構出他的分析結構(VU GeoMet 1996)。

## 二、圖層疊合分析(Multi-layer Overlay Analysis)

“層”的概念真正以“層”的方式出現是在十九世紀末，美國地景建築師 Olmsted, Lynn Miller and Charles Eliot 開始用日光疊圖的技巧，以手繪的方式製作不同的圖層，並有系統的將這種技術運用在設計與規劃之上。之後，疊圖的技術便逐漸的成為一種普遍的分析工具，例如：1912 年德國杜塞朵夫(Dusseldorf)的城市計畫、1929 年紐約的區域計劃以及 1943 年的倫敦郊區計畫。但關於疊圖技術的理論及知識論的建構仍然十分缺乏(Ian L. McHarg and Frederick R. Steiner 1998)。

1950 年 Jacqueline Tyrwhitt 的研究開始了圖層疊合技術在學術上的正式討論，他將地形、水文、岩石種類和土壤排水四種地圖用相同尺度以透明紙描繪，並找出可供控制的特徵，最後整合四種地圖在一章土地特徵的地圖之上替前述的四種地圖提供一種整合性的詮釋(Ian L. McHarg and Frederick R. Steiner 1998)。McHarg 也重新釐清疊合分析的技術企圖建立其理論的基礎，他主要聚焦在一個給定的區域之內的自然與人為的特徵，將之分別圖像化在透明的圖層，最後疊合並重新依據需求建構合適的地圖，以費城(Philadelphia)都會區的研究為例，McHarg 以山脈、山麓和海岸三個主要的元素來描述他們與水文系統的關連性，他選了八個主要的現象，包括：地表水(surface water)、沼澤濕地(marshes)、洪泛平原(flood plains)、含水層(aquifers)、補注區(aquifer recharge areas)、農業區(prime agricultural land)、險坡(stEEP lands)、森林(FORESTS)和林地(woodlands)作為檢視的項目，用這一系列透視的地圖互相疊和，重新創造出整合性的地圖已展現合適的土地使用(Ian L. McHarg 1969)。

## 三、荷蘭的圖層分析理論(Layer Approach)

這種系統化的圖層理論在二十世紀末被荷蘭學界所採用，初期是以“三個圖層(Triplex model)”的方式呈現，包含：礦物層(a-biotic)、生物層(biotic)和人造的物件(anthropogenic factors)，並發展成一種特殊的三層圖層的”架構模型(Framework Model)”。這種整合性的架構把自然與人為的結構物視為一個完整的系統互相影響。這樣的架構在 1995、97 的大水之後，更進一步發展為圖層分析理

論(Layer Approach, lagenbenadering in Dutch)，從國土的層級提供整合性的分析與論述以為後續空間發展的建議(Meyer & Nijhuis 2011)。

1998 年 De Hoog, Sijmons 和 Verschuren 在一次研究計畫:都會論壇(Het Metropolitane Debate)中針對大約五十個空間計畫及構想建構出整體的策略及分析架構以因應荷蘭未來的發展(De Hoog, Sijmons and Versehuren, 1998)，他們建議使用一個根植在三個主要圖層: 基礎層(Substratum)、網絡層(Networks)、聚落層(Occupation)的圖層分析模式，其中土壤層包括了土壤及水系，基礎網絡包含了物理的基礎設施的網絡，聚落層則包含了都市化區域及綠地。由於這個分析架構提供了一個新的、整合性的概念，以思索城市如何面對未來氣候變遷的挑戰。之後，這三個圖層的分析模式成為荷蘭各級政府及學院內討論都市規劃的主要原則之一。

表 1 三個圖層的分析架構及內容(De Hoog, Sijmons and Versehuren, 1998)

		Design and planning	Approach
Layer 3	Occupation	- Accommodating spatial claims and shrinkage in relation to values and attractive	- 'Ecology' approach ( An ecology defined as a locally characteristic 'life-style- environment') - Mold-Contramold approach (city vs. landscape )
Layer 2	Networks	- Strengthening the position of the Netherlands in international networks - Control and steer the growth of mobility	- Complexes approach ( developing nodes for exchange of information and knowledge) - Corridor approach ( developing main ports and hinterland connection )
Layer 1	Substratum	- Dealing with the physical effects of climate change - Modernizing the water management system	- Nature engineering - Civil engineering
	Coherence	- Creating synergy between intervention	- conditioning spatial planning - facilitating spatial planning

這樣的分析概念特別對南荷蘭省的萊茵河三角洲有重大的意義，長期以來這個地區就一直是荷蘭的命脈，高度發展的都市化地區結合農業、工業的發展，並且必須同時考量水患、水資源及環境等重要的議題，尤其是近二十年來氣候變遷的影響加劇，荷蘭傳統“與水對抗(fighting against the water)”的觀念開始轉變為“與水共存(working together with water)”，這種典範(paradigm)的轉移，已經超出了傳統水利、土木工程的範疇，也同時意涵了一個更宏觀的理論架構必須被建立，三個圖層的分析模式適時的提供了概念操作的基礎。

雖然圖層分析提供了理論可行的方向，但在實際的分析操作上仍有補充的空間，尤其是在分析各層之內與之間的互動模式，由於各層之間不同的變動速率（例如土壤層的變動可能超過 100 年，而聚落層可能小於 30 年），也增加了分析上的複雜度。從這樣的角度出發，另一種 3\*3 的圖層分析結構也逐漸成形 (Meyer & Nijhuis 2011)，這種 3\*3 的分析架構在原有的三層架構之上增加了時間與尺度的向度，換言之，透過不同時間斷面、不同尺度的地圖分析，可以進一步將抽象的互動模式轉而為具體的地圖訊息，而得以進一步為實際規劃所運用。

## 參、從三角洲計劃 (Delta Work) 到與水共存的城市計畫

對擅於築堤造陸的荷蘭人來說，亞斯浪大堤 和 三角洲工程堪稱是把荷蘭人的水利工程技術推上世界舞台的登峰造極之作，一直到現在還是吸引了全世界的觀光客造訪；而與水共存的觀念，則代表著荷蘭人對自己引以自豪的水利技術的反思。這兩個不同思為主軸的觀念各有其不同的政治、社會的背景，而不管哪一種觀念，務實的荷蘭人總能適當的將投資龐大的水利工程結合不同的政治、社會、環境、經濟及都市計劃的需求，這種多功能考量的水利設施，在二十一世紀城市面對氣候變遷的挑戰中提供了關鍵性的影響。

### 一、國家的象徵—亞斯浪大堤(Afsluitdijk)和三角洲計劃

十九世紀末的荷蘭面臨最大的問題是糧食自給率的問題，早期小農耕作的模式到了工業革命之後開始逐漸轉型，但從十七世紀以來小規模築堤造陸所開發的土地過於零星與破碎，並不適合大規模的機械化農業，也因此如何整合開發出機械農具耕作的土地，成為國家首要的目標。南海築堤的計畫成了最具象徵的標的物，被亞斯浪大堤所封閉的南海區域，將可提供 1650km<sup>2</sup>、大約是荷蘭國土 4% 的土地，被封閉而成的艾塞湖溼地( IJsselmeer polder) 也轉而成為淡水湖，可供應周邊城市的飲用水需求。整個計畫包含築堤與新生地的開發，總預算是 2 億荷蘭盾(大約是 1920 年荷蘭國家的總預算)，它不只提供了現代農業發展所需的土地，也仔細的規劃了新的城鎮系統(van der Wal 1998)，圍繞著綠心(Green Heart)農業區的環型城市(Randstad)的概念，成功的規劃了城市與農業的發展，提供了優美城鎮與地景景觀，在當時這個計劃成功的結合人口變化的趨勢，成功整合農

業、經濟、市鎮計劃與城市規劃於一體，成為當時世界上農業轉型的典範。

在 1953 年的大水肆虐之後，亞斯浪大堤的成功經驗促使的荷蘭政府決定封閉萊茵與須耳河河口，一般稱之為三島串聯的工程，這個工程是三角洲計劃的主軸，總預算是 45 億歐元。除了以防洪為主要的考量之外，河口的淡水區間也因此大幅往出海口擴張，創造了有利的農業地質環境，另外，它也大幅改善了原本深受潮汐影響的鹿特丹—安特衛普(Antwerp)的運河航線。而新的、構築於堤防上的公路系統也改善了這個區域的交通系統。

早期荷蘭治水的成就舉世所重，所憑藉的不單只是水利技術，多功能的目標設定、以解決當時除了水患之外政治、社會、經濟發展的需求才是所有計畫的核心概念。以亞斯浪大堤與三角洲工程為例，這兩個計畫不但防堵了水患，並且因應了傳統過度到現代化機械的農業轉型，另外，所有大堤的規劃均配合交通系統的設置，串聯了原本被河流、海灣分割的國土，把從經濟危機、德軍佔領乃至於戰後海外殖民地的紛紛獨立而每況愈下的國家認同危機，重新塑造了統一的國家象徵(Joh. van Veen 1950, Meyer 2009)

## 二、築堤技術的反思—還地於河(Room for the river)

有著三角洲工程保護、高達一萬年防洪頻率的環型城市區域，其實是擔心遠大於放心，一萬年的標準其實也代表著一旦遭遇不幸，便可能是動搖國本的危機，並且最重要的是，面對全球氣候的不斷變遷，誰都不敢肯定這個依據以往海平面變動與降雨量所訂定的標準是不是早已改變。1993 年的洪水與 95 年的近水患 (near flooding) 也證明了荷蘭人的擔心不是杞人憂天，但重要的是，如果三角洲工程已經是築堤工程登峰造極的表現，防洪工程的下一步該是什麼？

事實上，早在 93 年的洪水之前，三角洲工程對水域環境、生態破壞的問題就已經不只是荷蘭境內而是跨國的嚴重議題，因為它不但終止了河口潮汐的變動，使水域的水質惡化，並且徹底改變了潮間帶的生態環境，不僅如此，大堤完全阻斷了鮭魚迴游的路線，嚴重衝擊河流沿岸的漁業發展。這一連串的爭議在 95 年的洪水達到高峰，換言之，這個偉大的工程如果連最基本的防洪訴求都是如此的不穩定，也代表原本築堤防洪的觀念應該被更深刻的檢視。

“還地於河”的觀念就在這樣的脈絡之下展開，整個計畫事實上包含了

四十多個多功能的子計畫，總預算達 23 億歐元，預計 2015 完成，萊茵河至目前為止出現過的最大逕流量是 15,000 m<sup>3</sup>/sec，完成後的萊茵河將在沿河岸超過 30 個區段幾與更多的行水空間，增加河川的最大容許流量至 16,000 m<sup>3</sup>/sec，同時也一併改善整個流域的空間品質<sup>2</sup>。

整個計畫主要是依據馬仕河及萊茵河的最大逕流量來推估最適宜加大河川斷面積的地點，換言之，考量整個河川流域而非片面整治部分河段，並運用 9 個主要方式以加大河流斷面積，包括：挖低泛洪平原、堤防往後遷移、將窪地變湖泊、加深夏季河床、加高堤防、減低水閘高度、移除橋墩障礙物、設滯洪池和加築臨時河道。

這樣一個龐大的河川流域計畫該如何結合沿岸的城市計畫是計劃的核心，以荷蘭古城奈梅亨(Nijmegen) 為例，這個北面臨萊茵河的古城，由於城市東邊是保護區、西邊及南邊都已發展飽和，跨過河往北邊發展是未來奈梅亨發展的趨勢，但同時它也位在萊茵河蜿蜒的轉折點之上，因此也是還地於河計畫中河道拓寬的重點，拓寬的河道將由原本的三百多公尺加寬為七百多公尺，這也同時加大南、北城區的區隔，因而增加了城市跨河發展的困難度。為了解決這樣的問題，還地於河計畫也同時整合奈梅亨的交通系統，以環型路網整合新舊城區，併考量現行聚落保留部分沙洲成為串連南北城區的中途島，並計劃以這個島為基礎結合北岸的新區以拓寬的河道作為休閒遊艇港，不僅替北邊城區塑造優美的城市景觀，也帶動新區的發展

### 三、城市的微調與實驗—鹿特丹的城市計畫

雖然還地於河計畫替荷蘭的城市如何因應氣候變遷，提供了新的視野與可行的策略，但可惜的是，真正可以還地於河的區域主要仍分布在郊區，對人口密集的鹿特丹都會區，由於水岸土地的高密度的利用，如何找出土地是個棘手的問題。另一個棘手的問題是，面對日益高漲的環境訴求，國際、國內輿論要求開放三角洲工程的萊茵河口三島串聯大堤的壓力也愈來愈大。根據初步估算，破堤之後對鹿特丹立即的影響是河面上升，當然，對大堤內曾經歷經水患肆虐的居民而言也抱持懷疑的態度。對於一個人口、土地利用都十分密集的都會區而言，防洪

<sup>2</sup> <http://www.ruimtevoorderivier.nl/meta-navigatie/english>

水利計畫勢必要更彈性、精細。

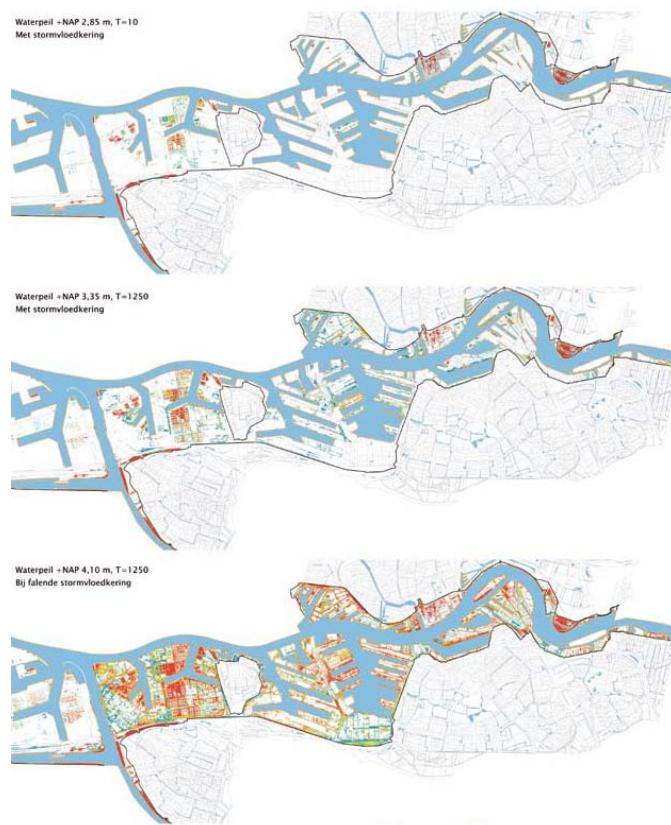


圖 7 鹿特丹洪水風險模擬圖

資料來源：Rotterdam Water Plan, 2007

### (一) 鹿特丹堤防外空間的水災風險控管 (Flood risks in Rotterdam outside the dike)

隨著工業投資與港口貿易逐漸往海口發展，原本位於鹿特丹市中心水岸地區的港口與工業用地，迫切需要適當的轉型與在利用。開發這些堤防外的都市空間，首要就是要解決臨河水岸水患之壓力，但密集的人口與土地利用，讓設置大尺度的水利設施，在面對經濟、社會以及都市景觀的問題上都困難重重，如何打破這些量體巨大的水利設施，結合都市設計的方式重新思考都市空間可能釋放出

的潛在彈性，成為城市未來發展必須面對的課題。針對此一問題，鹿特丹市政府配合一系列科學研究與模擬，界定出水患的風險範圍，精確的估算出這些水岸地區未來可能遭遇的水災風險及強度，以做出合適的土地利用策略（如圖六）。不同於以往利用單一功能、防禦性的水利工程，荷蘭政府鼓勵複合式的水空間利用，如水公園，遊樂場等等，並允許部份條件下的水存在於都市空間之中，『在控制條件內的淹水』也創造了較高的都市的水承載力與適應性。

## （二）城市發展的辯論

城市的發展需要市民共同的參與與對話，雖然，對話的過程可能因為意見或關注焦點的分歧延宕，但卻有助於凝聚彼此的共識，以鹿特丹為例，從三角洲工程之後，該採用什麼樣的觀點發展城市，成為各方勢力競逐的焦點。就農民的立場，他們擔心開放大堤之後的水患風險；就漁民的立場，築堤等於斷了他們的生計；國際輿論及環保團體則以生態破壞的觀點質疑整個工程；港務局擔心開放之後的潮汐影響與安特衛普的運河航路；市民雖然擔心水患的威脅，但另一方面也期待大提開放之後對城市綠地、景觀的改善。市政府也嘗試舉辦競圖就不同觀點擬定未來可能的方針（Blerck, Henk van 2008），並以情境模擬的技術推估未來城市



圖 8 鹿特丹的未來發展提案（Blerck, Henk van 2008）

景觀可能的改變。整個過程雖然曠日費時，並且至今仍無定論，但不斷的對話溝通卻也讓城市未來發展的輪廓日漸明朗，以目前最為讓多數團體接受的方案而論，新的堤防線將原本萬年標準的堤防線往南延伸，延伸的區域可滿足鹿特丹一百年的都市化空間需求；新堤防的設計結合能源輸送管線，可滿足鹿特丹成為歐洲最大的能源輸入港；延伸的新堤也將原本位於堤外的市中心臨河水岸重新納入保護，這也意味著河面將可透過水閘的調整，將有助於重新塑造親水宜人的水岸空間(Han Meyer 2011)。

## 肆、結論

荷蘭的萊茵河三角洲由於河川特殊的沖積方式形成特殊的土壤結構，這種特殊的自然環境結構深深影響了荷蘭城鎮結構乃至於城市系統的發展，”水”是荷蘭人生存首要必須迫切面對的議題，從傳統的與水爭地、築堤造陸的觀念，到最新與水共存、還地於河的觀念，荷蘭人在數百年與水對話的過程當中逐漸摸索出與水應有的相處之道，並藉由水利、土木以及都市計劃技術的整合，以及圖層分析技術的運用，將這些抽象的概念轉而為具體的策略及行動，本文試圖從都市計劃的觀點，釐清荷蘭的水與都市發展的脈絡，從歷史、理論方法及實際規劃三個方面著手，探究荷蘭結合都市計劃為基礎的城市防災策略。以為台灣城市未來因應氣候變遷之參考。

但由於特殊的土壤結構，使得荷蘭的城鎮以截然不同其他地方的空間模式發展，因此荷蘭城市防洪治水的成功案例，不見得適合全盤移植至其他地區的城市。從荷蘭經驗我們必須學習到：

### 一、與水相抗衡的觀念必須改變

長期以來台灣一方面把水當成產業發展的元素予取予求，另一方面又把水視做敵人用層層的堤防把河流包裹起來，比對高屏溪水域一百年來的發展，河川的運河化 (canalization) 的結果，把原本的行水區開闢成河埔新生地，光是在日本統治的短短三、四十年間，就在高屏溪流域開闢了超過 160 平方公里（約高雄市的面積），大大限縮了水體的自然發展，如何從”對抗”到”共存”徹底改變過去台灣人與水敵對的態度，荷蘭人位全世界提供了典範。

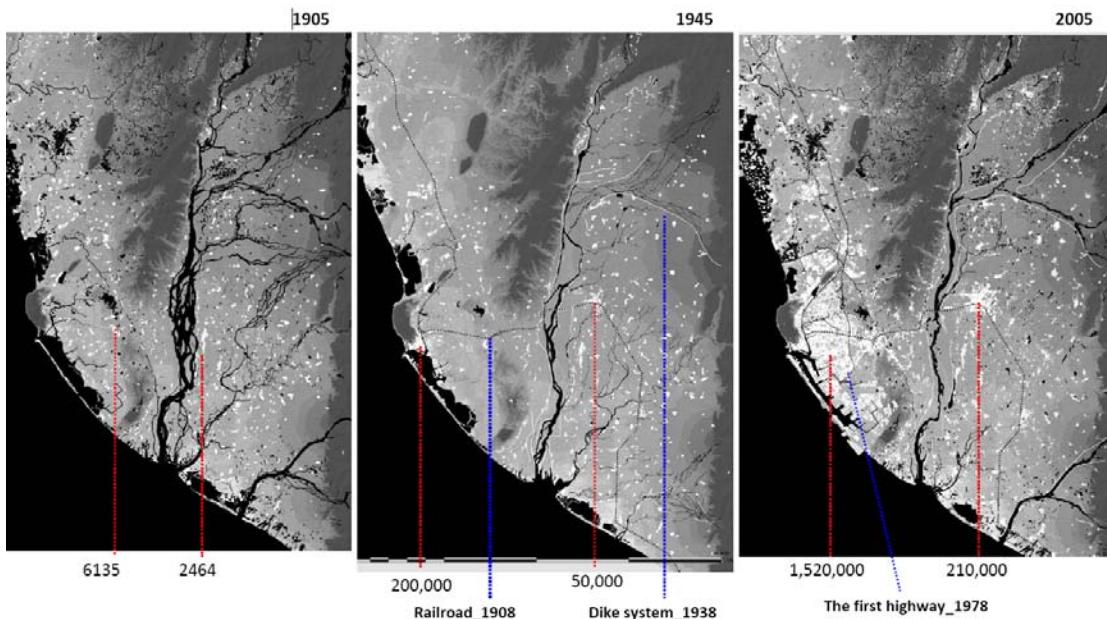


圖 9 高屏溪及高屏平原一百年來水文、交通系統及聚落發展的變化，白色區塊為聚落，下方數字為重要聚落之人口數，白色線段為堤防

資料來源：中央研究院 2010, 台灣堡圖(聚落、水系)、水利署網站(堤防)

## 二、一個整合性理論分析架構的必要性

長期以來的專業分工造成了各專業間各行其事的狀況，面對現代都市發展的日益龐大、精密，單一工程思惟式的防洪對策，其遭遇政治、經濟、社會或是環境的阻力是可以預見的，如何結合學界發展適合的理論平台，得以整合不同專業之間的分工，並據以擬定整體治水政策，荷蘭提供了很好的案例。

## 三、不同組織間對話的重要性

對水的政策與相關政策的研析不該只是單一機構的閉門造車，更不該只是上級單位的命令貫徹，長期以來在地居民在重要水相關決策上的被漠視，每每使的實質計畫與地方認知產生極大的落差，如何創造一個得以廣納整體社會不同意見之機制，共同為城市未來的發展努力，荷蘭也提供很好的經驗。

荷蘭人從水災學到並改變與自然相處的方式，台灣呢？歷經十年來九次慘痛的經驗之後，我們仍然單純的認為這是水利技術的問題。以高雄的水災經驗為

例，即便高雄依先前計畫設置六個滯洪池，也只是確保愛河二十年不溢岸的標準，這意味著以凡那比超過兩百年的暴雨規模，高雄依舊會淹水。台灣的都市到底有多脆弱，檢視水利署 2007 的水災潛勢地圖，在 600mm 的一日暴雨規模之下，整個高雄除了壽山，半屏山全部淹水，而類似規模的降雨在這十年中發生了九次，都市脆弱的程度，讓任何一台故障的抽水機都有可能癱瘓整個城市。台灣人真的該好好想想我們該如何跟自然相處了。

## 參考文獻 |

- [1] Academia Sinica, 2010, 中央研究院, Taiwan Historic Map System in 20centry 台灣百年歷史地圖系統, 人社中心地理資訊科學研究專題中心, <http://digiarch.sinica.edu.tw/index.jsp>, including: 日治台灣堡圖 1898 ~ 1904, 日治五萬分之一蕃地地形圖 1907~1916, 日治二萬五千分一地形圖 1921~1928, 日治五萬分一地形圖 1924~1944, 日治三十萬分一台灣全圖 1924, 二萬五千分一經建版地形圖(第一版)1985~1989, 二萬五千分一經建版地形圖(第二版) 1992~1994, 二萬五千分一經建版地形圖(第三版)1999~2001, 二萬五千分一經建版地形圖(第四版) 2003
- [2] Water Resources Agency 經濟部水利署(2010), *Water resources GIS Portal*, 取自 <http://gweb.wra.gov.tw/wrweb/>
- [3] Bird E (2008), *Coastal Geomorphology. An Introduction*. Second Edition. John Wiley & Sons, New York, etc.
- [4] Blerck, Henk van(2008), Buiten in de Randstad : Deltapoort en Vechtstreek; vormgeven aan rust en dynamiek tussen steden; Eo-Wijers-Stichting prijsvraagronde 2008,rapport van de vakjury.
- [5] Bradshaw M and Weaver R(1995), *Foundations of Physical Geography*. Wm.C.Brown Publishers, Boston, etc:
- [6] De Hoog M, Sijmons D and Verschuur S, (1998), *Herontwerp van het Laagland*. In: Frieling DH (Ed.) Het Metropolytane Debat. Thoth publishers, Bussum
- [7] Han Meyer(2009), Reinventing the Dutch Delta- Complexity and conflicts, *Built Environment-‘Cities & Floods’* – December
- [8] Han Meyer & Steffen Nijhuis(2011), *Towards a typology of urbanizing deltas* not yet published
- [9] Han Meyer(2011), *Atlas van Initiatieven – Verzameling plannen, projecten, ontwerpen en visies over de toekomst van de Rijn- Schelde Delta*, TU Delft Press
- [10] Hori K and Saito Y(2007), Classification, Architecture, and Evolution of Large-River Deltas. In: Gupta A (ed.) *Large Rivers. Geomorphology and Management*. John Wiley & Sons, New York, etc.
- [11] Ian L. McHarg and Frederick R. Steiner(1998), *To Heal the Earth – Selected Writings of Ian L. McHarg* Island Press
- [12] Ian L. McHarg(1969), *Design with nature*, Garden City: Natural History Press
- [13] Sijmons D, Hoekstra JD, et al.(1999), De Driehoek in Beeld. Gebiedsuitwerking Leiden-Haarlem- Amsterdam 2010-2030. H+N+S, Utrecht
- [14] Veen Joh. Van(1950), *Dredge, Drain, Reclaim. The Art of a Nation*, The Hague: Martinus Nijhoff
- [15] Ven G.P. van de, editor (2004), *Man-Made lowlands: History of water management and land reclamation in the Netherlands*, Utrecht
- [16] Vries J. de, Woude A. van der(1997), *The First Modern Economy. Success, failure and perseverance of the Dutch economy 1500 – 1815*, Cambridge (UK): Cambridge University Press
- [17] VU GeoMet(1996), *The Profession of Geography. Germany, France, and Great Britain*. Retrieved January 2011. from <http://www.valpo.edu/geo/courses/geo466/topics/germany.html>
- [18] Wal C. van der(1998), *In Praise of Common Sense - Planning the ordinary. A physical planning history of the new towns in the IJsselmeerpolders*, Rotterdam: 010 Publishers
- [19] Retrieved May 2011 ,from <http://www.ruimtevoorderivier.nl/meta-navigatie/english>